

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001214212
PUBLICATION DATE : 07-08-01

APPLICATION DATE : 28-01-00
APPLICATION NUMBER : 2000020938

APPLICANT : DAIDO STEEL CO LTD;

INVENTOR : YARIMIZU SEIICHI;

INT.CL. : C21C 7/00 C22B 9/18 C22B 9/187

TITLE : METHOD FOR PRODUCING TI-CONTAINING STEEL IN WHICH TiN INCLUSIONS ARE REFINED

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing Ti-containing steel in which the length of TiN inclusions reducing its fatigue life is controlled to 10 μ m or less.

SOLUTION: In this method for producing Ti-containing steel in which TiN inclusions are refined, using Ti-containing steel produced by melting the raw material for Ti-containing steel free from a return material is melted in a vacuum induction furnace and is cast as an electrode, remelting is performed by a vacuum arc melting method.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-214212

(P2001-214212A)

(43) 公開日 平成13年8月7日 (2001.8.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト* (参考)

C 2 1 C 7/00

C 2 1 C 7/00

B 4 K 0 0 1

C 2 2 B 9/18
9/187

C 2 2 B 9/18

F 4 K 0 1 3

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-20938(P2000-20938)

(22) 出願日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 鏈水 誠一

群馬県渋川市石原309-6 B504

(74) 代理人 100104123

弁理士 荒崎 勝美

Fターム(参考) 4K001 AA27 BA23 EA02 FA01 FA02

FA10 FA11 GA17 GB11

4K013 AA00 BA14 CE00 CE09 DA12

FA00

(54) 【発明の名称】 T i N系介在物を微細にする含T i 鋼の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、疲労寿命を低下するT i N系介在物の長さが10 μ m以下の含T i 鋼の製造方法を提供すること。

【解決手段】 リターン材を含まない含T i 鋼用原材料を真空誘導炉で溶解し、鑄造して製造した含T i 鋼材を電極とし、真空アーク溶解法で再溶解することを特徴とするT i N系介在物を微細にした含T i 鋼の製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料を真空誘導炉で溶解し、鑄造して製造した含Ti鋼材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することを特徴とするTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法。

【請求項2】 TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料を真空誘導炉で溶解し、鑄造して製造した含Ti鋼材を電極として真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解し、更にこの真空エレクトロスラグ溶解法で溶解した再溶解材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することを特徴とするTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法。

【請求項3】 上記真空アーク溶解法による再溶解は、湯上がり速度が0.4cm/分以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、含有するTiN系介在物を微細にするマルエージング鋼などの含Ti鋼の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】含Ti鋼の一種であるマルエージング鋼は、硬度、強度が高く、熱間及び冷間における疲労特性が高いため各種金型、固体燃料ロケット、超高速遠心分離機、トルク伝達軸、強力歯車などの用途に用いられている。一般的に、このマルエージング鋼は、真空誘導溶解炉で溶解して製造した真空誘導溶解材を真空アーク再溶解法で溶解し、鑄造する二重溶解法などで製造されていた。

【0003】この二重溶解法は、先ず真空誘導炉によって①合金成分の調整し、②C、N、H、Oなどの不純物の低減が行われ、第2段の真空アーク再溶解によって更にC、N、H、Oなどの低減を行い、かつ積層凝固により偏析を少なくするものである。この二重溶解法で製造されたマルエージング鋼は、硬度、強度が高く、清浄性が優れ、また疲労特性が高いため上記の多くの用途に使用されているが、 10^7 回以上の超高疲労特性の改善が要求されるアイテムは、 $10\mu\text{m}$ 程度のTiN系介在物を起点として疲労破壊するため、更なる疲労特性の改善が要求され、真空アーク再溶解などにおいてTiN系介在物の低減および微細化が必要となった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、含有するTiN系介在物の最大長さを $10\mu\text{m}$ 以下にする含Ti鋼の製造方法を提供することを課題とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明者は、含Ti鋼中のTiN系介在物の微細化

方法について、成分組成、製造プロセスなどについて種々研究していたところ、TiN系介在物は $10\mu\text{m}$ より大きくなると疲労寿命が短くなること、真空アーク再溶解では、原料に含まれているTiN系介在物を除去することができないこと、TiN系介在物を小さくする方法は、TiN系介在物の量を少なくすればよいこと、真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解するとTiN系介在物を低減することができることなどの知見を得た。

【0006】また、含Ti鋼用原材料のTiN系介在物量を少なくすると、製造された含Ti鋼中のTiN系介在物を低減することができること、含Ti鋼用原材料のTiN系介在物量を少なくするには、原材料を厳選してリターン材を含まないことが望ましいこと、溶解中にTiN系介在物の凝集を防止すれば、TiN系介在物を小さくすることができること、真空アーク再溶解法で溶解する場合、溶解速度が速いとTiN系介在物が大きくなることなどの知見を得て本発明をなしたものである。

【0007】すなわち、上記課題を解決するため、本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料（リターン材を含まないほうが望ましい。）を真空誘導炉で溶解し、鑄造して製造した含Ti鋼材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することである。

【0008】さらに、上記課題を解決するため、本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料（リターン材を含まないほうが望ましい。）を真空誘導炉で溶解し、鑄造して製造した含Ti鋼材を電極として真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解し、更にこの真空エレクトロスラグ溶解法で溶解した再溶解材を電極として真空アーク溶解法で再溶解することである。

【0009】また、上記課題を解決するため、本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、真空アーク再溶解法での溶解を湯上がり速度で0.4cm/分以下の速度にすることである。

【0010】

【作用】本発明のTiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法においては、TiN系介在物を含まない含Ti鋼用原材料を真空誘導炉で溶解するので、TiN系介在物が少ない含Ti鋼材を製造することができ、この含Ti鋼材を電極として真空アーク溶解法で再溶解すると、TiN系介在物が少なく、かつ小さい含Ti鋼を製造することができる。さらに、真空誘導炉で溶解し、鑄造して製造したTiN系介在物が少ない含Ti鋼材を電極として真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解するので、大気中の N_2 に汚染されることなくTiN系介在物がスラグに捕捉され、TiN系介在物がさらに少く、かつ小さい含Ti鋼を製造することができる。

【0011】また、真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解して製造した電極などを真空アーク溶解法で再溶解す

ることにより、C、N、H、Oなどの不純物の低減、TiN系介在物の微細化及び偏析の低減をすることができる。また、真空エレクトロスラグ溶解法で再溶解して製造した電極を真空アーク溶解法で再溶解する際、溶解速度を極力低くする（望ましくは、湯上がり速度を0.4 cm/分以下にする）ことにより、プールが小さく、かつ浅くなるため、プール中でのTiN系介在物の凝集時間が短くなるので、TiN系介在物を微細にすることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明をより詳細に説明する。本発明の含有するTiN系介在物を微細にする含Ti鋼とは、マルエージング鋼（C：0.010%以下、Si：0.05%以下、Mn：0.05%以下、P：0.06%以下、S：0.006%以下、Ni：16～26%、Ti：0.1～2.0%を含有し、必要に応じてCo：5～16%、Mo：2～10%及びAl：0.03～0.4%のうちの1種又は2種以上を含有し、残部Fe及び不可避の不純物からなる鋼）、JIS SUH660（C：0.08%以下、Si：1.00%以下、Mn：2.00%以下、P：0.040%以下、S：0.030%以下、Ni：24～27%、Cr：13.50～16.00%、Mo：1.00～1.50%、V：0.10～0.50%、Ti：1.90～2.35%、Al：0.35%以下、B：0.001～0.010%を含有し、残部Fe及び不可避の不純物からなる鋼）、PHステンレス鋼などである。

【0013】本発明の真空誘導炉で溶解する含Ti鋼用原材料は、TiN系介在物を含まないもの、すなわち、全ての原料が、バージン材からなるものが望ましい。含Ti鋼用原材料中にリターン材が含まれると製造される含Ti鋼中のTiN系介在物が多くなり、その結果としてTiN系介在物が大きくなるからである。

【0014】本発明に使用する真空誘導炉は、真空状態で溶解できる誘導炉であれば、普通の構造のものでもよいし、特別の構造のものでもよい。さらに、本発明に使用する真空エレクトロスラグ溶解法は、真空状態で溶解するエレクトロスラグ溶解法であり、溶融スラグでTiN系介在物を捕捉できるものであれば、特に限定されないが、溶融スラグの材料としては、例えばCaF₂：70%、Al₂O₃：30%からなるものでもよい。溶解速度については、特に制限はないが、均一な速度で溶解されるほうが好ましい。

【0015】また、本発明に使用する真空アーク再溶解法は、C、N、H、Oなどの不純物の低減、TiN系介在物の微細化及び偏析の低減を目的とし、真空エレクトロスラグ溶解法で溶解した再溶解材を電極として真空中で水冷銅鑄型内においてアークにより再溶解する方法である。この真空アーク再溶解法では水冷銅鑄型の径が大きく、かつ溶解速度が速いと、溶融金属のプールが大きくなってTiN系介在物が凝集して大きくなり、また偏析も大きくなるので、水冷銅鑄型の径が、例えば30 cm以下、湯上がり速度が0.4 cm/分より遅いほうが好ましい。

【0016】次に、本発明の実施例を説明する。

【実施例】実施例1

純チタン、純ニッケル、フェロモリブデン、純コバルト、純アルミ、電解鉄を下記表1の本発明例 No. 1及び2の成分組成の鋼になるような含Ti鋼用原材料を真空誘導溶解炉（VIF）で下記表2の本発明例 No. 1及び2に記載したような溶解時間で溶解し、鑄造してインゴットを製造した。このインゴットを電極とし、真空アーク溶解法（VAR）で下記表2に記載したような真空度、溶解速度で溶解、鑄造してインゴットを製造した。このインゴットを鍛造後熱間圧延して厚さ3.5 mmホットコイルを製造した。このコイルを切断して断面のTiN系介在物の大きさを測定した結果を下記表3の本発明例 No. 1及び2に示した。

【0017】実施例2

純チタン、純ニッケル、フェロモリブデン、純コバルト、純アルミ、電解鉄を下記表1の本発明例 No. 3～5の成分組成の鋼になるような含Ti鋼用原材料を真空誘導溶解炉（VIF）で下記表2の本発明例 No. 4～6に記載したような溶解時間で溶解し、鑄造してインゴットを製造した。このインゴットを電極とし、真空エレクトロスラグ溶解法（真空ESR）で下記表2に記載したような真空度、溶解速度で溶解、鑄造して電極を製造し、この電極を真空アーク溶解法（VAR）で下記表2に記載したような真空度、溶解速度で溶解、鑄造してインゴットを製造した。このインゴットを鍛造後熱間圧延して厚さ3.5 mmホットコイルを製造した。このコイルを切断して断面のTiN系介在物の大きさを測定した結果を下記表3の本発明例 No. 4～6に示した。

【0018】

【表1】

	No.	C	Si	Mn	S	Ni	Mo	Co	Ti	Al	N
本 発 明 例	1	0.003	0.03	0.03	0.001	18.55	4.73	8.85	0.44	0.11	0.0009
	2	0.002	0.03	0.03	0.001	18.58	4.75	8.85	0.45	0.11	0.0010
	3	0.002	0.03	0.01	0.001	18.66	4.76	8.88	0.46	0.15	0.0010
	4	0.002	0.03	0.01	0.001	18.73	4.75	8.82	0.45	0.11	0.0009
	5	0.001	0.04	0.01	0.001	18.66	4.72	8.90	0.45	0.12	0.0012
比 較 例	1	0.002	0.03	0.01	0.001	18.69	4.77	8.80	0.45	0.10	0.0008
	2	0.007	0.04	0.01	0.001	18.43	4.74	8.74	0.45	0.12	0.0007
	3	0.004	0.06	0.03	0.001	18.33	4.73	8.80	0.43	0.10	0.0007
	4	0.008	0.10	0.04	0.001	18.36	4.90	8.80	0.50	0.12	0.0020

【0019】

【表2】

表 2

	No.	V I F 溶解条件		真 空 E S R 条件		V A R 条件			
		原料リターン率	溶解時間	真空度 Torr	溶解速度	鋳型径	真空度 Torr	溶解速度	湯上がり速度
本 発 明 例	1	0 %	175分	—	—	φ 340	0.004	1 4 1 kg/Hr	0.32 cm/min
	2	0 %	175分	—	—	φ 340	0.004	2 0 2 kg/Hr	0.46 cm/min
	3	0 %	170分	150	256kg/Hr	φ 460	0.004	2 1 5 kg/Hr	0.27 cm/min
	4	0 %	170分	150	255kg/Hr	φ 340	0.004	2 2 5 kg/Hr	0.52 cm/min
	5	0 %	170分	150	257kg/Hr	φ 340	0.004	2 9 0 kg/Hr	0.67 cm/min
比 較 例	1	0 %	185分	—	—	φ 340	0.004	2 2 0 kg/Hr	0.50 cm/min
	2	8 2 %	185分	—	—	φ 340	0.002	2 0 5 kg/Hr	0.47 cm/min
	3	8 8 %	180分	—	—	φ 340	0.003	2 0 6 kg/Hr	0.47 cm/min
	4	6 5 %	180分	—	—	φ 460	0.004	2 9 0 kg/Hr	0.38 cm/min

V A R 条件の湯上がり速度は、鋳型内での溶融金属面上の昇速度である。

【0020】比較例1

実施例1と同様な含Ti鋼用原材料を真空誘導溶解炉(VIF)で下記表2の比較例 No. 1に記載したような溶解時間で溶解し、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを電極とし、真空アーク炉で下記表2の比較例 No. 1に記載したような真空度、溶解速度(220 kg/Hr)で溶解、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを鍛造後熱間圧延して厚さ3.5mmホットコイルを製造した。このコイルを切断して断面のTi-N系介在物の最大長さを測定した結果を下記表3の比較例 No. 1に示した。

【0021】比較例2

Ni、Mo、Feを含有するリターン材：82%、88%及び65%（比較例の No. 3）、純チタン、純ニッケル、フェロモブデン、純コバルト、純アルミを18%

（比較例の No. 2）、12%（比較例の No. 3）、35%（比較例の No. 4）からなる下記表1の比較例の No. 2～4の成分組成の鋼になるような含Ti鋼用原材料を真空誘導溶解炉(VIF)で上記表2の比較例の No. 2～4に記載したような溶解時間で溶解し、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを電極とし、真空アーク溶解法(VAR)で上記表2に記載したような真空度、溶解速度で溶解、鋳造してインゴットを製造した。このインゴットを用いて実施例1と同様な方法で同様な厚さ3.5mmのホットコイルを製造した。このコイルを切断して断面のTi-N系介在物の最大長さを測定した結果を上記表2の比較例 No. 2～4に示した。

【0022】

【表3】

	No.	溶解方法	TiN系介在物の最大長さ
本 発 明 例	1	VIF→VAR	6.8 μm
	2	VIF→VAR	9.7 μm
	3	VIF→VSR→VAR	7.5 μm
	4	"	8.6 μm
	5	"	9.8 μm
比 較 例	1	VIF→VAR	12.5 μm
	2	"	15.0 μm
	3	"	12.5 μm
	4	"	15.0 μm

【0023】これら結果より、本発明例のもののTi系介在物の最大長さは、6.8～9.8μmであり、何れも10μm以下であった。これに対して、比較例のもののTi系介在物の最大長さは、12.5～15.0μmであり、何れも10μmを超えていた。また、VARにおける鋳造の湯上がり速度が0.4cm/分より遅いもののほうが、0.4cm/分より早いものよりTiN

系介在物の最大長さが短くなっていた。

【0024】

【効果】本発明のTiN系介在物を微細にした含Ti鋼の製造方法は、上記構成にしたことによって、含Ti鋼中のTiN系介在物の最大長さを10μm以下にすることができるという優れた効果を奏することができる。

【手続補正書】

【提出日】平成12年1月31日(2000.1.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】

【表3】

	No.	溶解方法	TiN系介在物の最大長さ
本 発 明 例	1	VIF→VAR	6.8 μm
	2	VIF→VAR	9.7 μm
	3	VIF→真空ESR→VAR	7.5 μm
	4	"	8.6 μm
	5	"	9.8 μm
比 較 例	1	VIF→VAR	12.5 μm
	2	"	15.0 μm
	3	"	12.5 μm
	4	"	15.0 μm

【手続補正書】

【提出日】平成12年2月1日(2000.2.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 TiN系介在物を微細にする含Ti鋼の製造方法